

Influencia de diferentes tratamientos de riego sobre la composición volátil de vinos elaborados con las variedades blancas “Cigüente” y “Verdejo”

M. Vilanova^{1*}, J. Yuste², M.E. Valdés³, J. Vila-Crespo⁴ y J.R. Castel⁵.

1 Misión Biológica de Galicia-CSIC, El Palacio, Salcedo, 36143, Pontevedra.

*E-mail: mavilanova@mbg.csic.es

2 Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León, 47071, Valladolid.

3 Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura, 06071, Badajoz.

4 Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias (ETSIA). Univ. de Valladolid. 34004, Palencia.

5 Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Moncada, 46113, Valencia.

Resumen

En este trabajo se han estudiado los efectos de diferentes tratamientos de régimen hídrico sobre la composición aromática de los vinos elaborados con uva de las variedades blancas Cigüente (en Badajoz) y Verdejo (en Valladolid). Los tratamientos de riego estudiados para Cigüente fueron: CiNR (no regado), CiPR (déficit preverano, regado al 25% hasta enero y después al 75%), CIPO (déficit postverano. 75% hasta enero y después al 25%) y CiT (riego máximo durante toda la temporada). Para Verdejo los tratamientos de riego fueron VeNR (no regado), VeRS (riego al 50% del testigo hasta vendimia) y VeT (testigo, 50% ETo, riego máximo). Los mostos obtenidos de las diferentes variedades y tratamientos se sulfitaron con 50 mg/L de SO₂, se inocularon con la levadura neutra EC1118 (Lallemand) y su fermentación se llevó a cabo a temperatura controlada. La composición volátil de los vinos elaborados a partir de cada tratamiento fue analizada mediante GC-MS. Se identificaron y cuantificaron 42 compuestos en Verdejo y 36 en Cigüente, que se agruparon en ocho familias aromáticas: alcoholes superiores, alcoholes en C6, ésteres, acetatos, ácidos, fenoles, lactonas y compuestos carbonilados. A nivel global no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de riego en ninguna de las variedades de estudio, sin embargo se observó una tendencia al aumento de concentración en los tratamientos no regados (NR). En el análisis por familias de compuestos volátiles, se hallaron pocas diferencias significativas entre tratamientos. En el caso de Cigüente, se observó un efecto significativo del riego sobre las familias de lactonas y compuestos carbonilados, ambas familias representadas por un único compuesto volátil (γ -butirolactona y acetoina respectivamente). Por otra parte, en Verdejo los tratamientos de riego únicamente tuvieron influencia significativa sobre la familia de fenoles volátiles, representada por dos compuestos (4-vinilgüaiacol y 4-vinilfenol). En ambos casos, Verdejo y Cigüente, la mayor concentración de estas familias de compuestos volátiles fue observada en los tratamientos no regados (NR). En general, en el resto de las familias de compuestos volátiles analizadas no se observaron diferencias significativas, aunque se observó una tendencia hacia una mayor concentración en los tratamientos no regados (NR).

Palabras clave: aromas, estado hídrico, seco, variedad blanca, vino.

INTRODUCCIÓN

Es sabido que el estrés hídrico afecta al crecimiento vegetativo y reproductivo de los cultivos (Bradford y Hsiao, 1982). El control de la cantidad de agua aplicado al viñedo ha sido utilizado como un método para disminuir el rendimiento y mejorar la calidad en los vinos. Numerosos estudios indican que un déficit hídrico en el viñedo produce cambios significativos en la composición química de la uva, que como consecuencia afecta a la calidad del vino (Jackson y Lombard, 1993; Reynolds y Naylor, 1994; Ferreyra et al., 2003).

La técnica de riego deficitario controlado (Dry et al., 2001) ha sido utilizada como una herramienta práctica para controlar la calidad de las bayas para la producción de vino. Esta técnica implica la aplicación de períodos de estrés después del cuajado hasta el envero, con el fin de intentar controlar el tamaño de la baya, lo que puede suponer un aumento en los componentes responsables del color y del aroma del vino. La mayor parte de estos estudios han sido realizados en variedades tintas por lo que hay pocos antecedentes que permitan demostrar los beneficios de esta técnica en variedades blancas.

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de diferentes niveles de reposición hídrica sobre la composición y la calidad del vino en dos variedades blancas cultivadas en España: Cigüente y Verdejo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Características de las parcelas

El experimento se realizó durante la temporada 2012 con dos variedades y en dos zonas vitícolas de España: Cigüente (**Ci**, sinónimo Doña Blanca, en Lobón, Badajoz), y Verdejo (**Ve**, en Medina del Campo, Valladolid). En ambos casos, se trata de viñedos conducidos en espaldera, mediante posicionamiento vertical de la vegetación, podados en cordón Royat bilateral y sometidos a similares prácticas de cultivo. En cada localización, la fertilización nitrogenada fue idéntica para todos los tratamientos. Los suelos en ambos lugares son de tipo calcáreo, de reacción alcalina y de mediana a alta capacidad de almacenamiento de agua, aunque en Badajoz la profundidad del suelo es inferior a 1 m.

Tratamientos de régimen hídrico

Las variables climáticas se midieron en estaciones agrometeorológicas automáticas ubicadas en la parcela experimental o en su vecindad, y con ellas se calculó la evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante la ecuación de Penman-Monteith, según Allen et al. (1998). La evapotranspiración del cultivo (ET_c) se estimó como producto de ET_o y del coeficiente de cultivo (K_c). El riego se aplicó por goteo con 1-2 emisores auto-compensados por cepa. La cantidad de agua aplicada se midió mediante contadores volumétricos en cada parcela elemental. Los tratamientos de riego aplicados al viñedo se detallan en la Tabla 1.

En todos los casos el diseño estadístico fue de bloques completos al azar con tres o cuatro repeticiones por tratamiento y un mínimo de 20 cepas de muestreo por repetición. El estado hídrico de las plantas se evaluó mediante la medida del potencial hídrico de tallo (Ψ_s) con cámara de presión. Las mediciones se realizaron a mediodía (11:30 a 12:30 horas solares) a intervalos semanales o bisemanales entre Mayo y Octubre. Se utilizaron al menos seis plantas por tratamiento y dos hojas por planta.

Tabla 1. Tratamientos de riego aplicados al viñedo en las variedades Cigüente y Verdejo.

Variedad	Tratamiento	Variedad y Descripción
Cigüente	CiT	Testigo. Riego toda la temporada al 100% de la ETc potencial = 0,6-0,7 ETo
	CiPR	Riego deficitario Preenvero. 25%ETc hasta envero y después al 75%ETc
	CiPO	Riego deficitario Postenvero. 75%RTc hasta envero y después al 25%ETc
	CiNR	No regado. Secano.
Verdejo	VeT	Testigo. Riego al 100% de la ETc potencial = 0,5 ETo desde preenvero.
	VeRS	Riego al 50% del testigo desde preenvero.
	VeNR	No regado. Secano.

Microvinificaciones

En ambas localizaciones y para los tratamientos de estudio se recolectaron las uvas en similar estado de maduración y se prensaron. Los mostos obtenidos se sulfitaron con 50 mg/L de SO₂, se inocularon con la levadura neutra EC1118 (Lallemand) y su fermentación se llevó a cabo a temperatura controlada. Todas las microvinificaciones se realizaron por triplicado.

Análisis de compuestos volátiles en vino

La extracción se realizó siguiendo la metodología descrita por Vilanova et al. (2010). En 8 mL de muestra de vino se añadieron 10 µL de una solución de etanol a 220 mg/L de padrón interno (4-nonanol) y 400 µL de diclorometano. Después de agitar durante 15 min., la mezcla se enfrió a 0 °C durante 10 min., recogiendo el extracto en un vial con pipeta Pasteur. El análisis se realizó por inyección de 3 µL de muestra (modo *splitless* durante 15 s). Los compuestos volátiles fueron analizados en un cromatógrafo de gases GC Agilent 6890N acoplado a un espectrómetro de masas MS 5975C, equipado con un inyector 7683. Fue usada una columna VF-Wax MS CP-52 (60 m x 0,25 mm i.d., df: 0,25 µm) de Agilent. La temperatura de la columna fue: 50°C, durante 5 min., después programada desde 50°C hasta 220°C, a 3°C /min., y finalmente mantenida a 220°C durante 15 min. Se utilizó helio 55 como gas portador, a un caudal de 1 mL/min. (125 kPa a cabeza de columna). La identificación fue realizada comparando los espectros de masas y los tiempos de retención con los de las sustancias puras. Todos los compuestos fueron cuantificados como equivalentes de 4-nonanol.

Análisis de datos

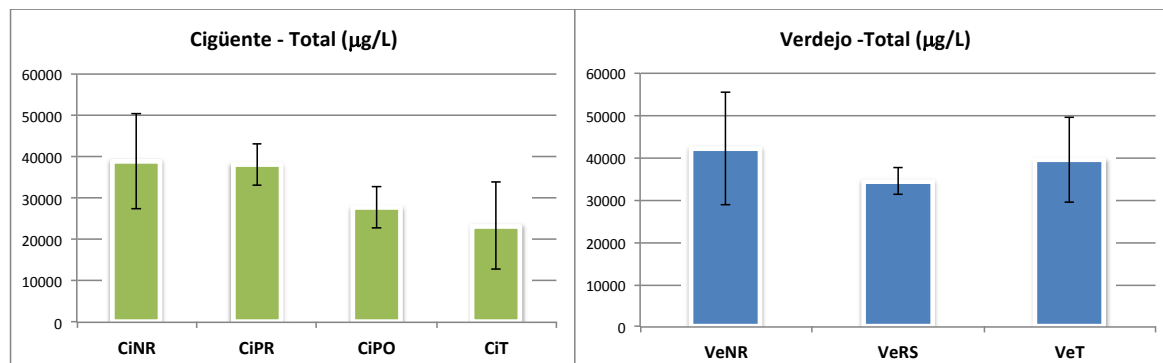
Para cada variedad, se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Se realizó también el test de Dunnett para establecer diferencias entre tratamientos frente al testigo. Para todos los análisis se ha empleado el paquete estadístico XLSTAT.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se identificaron y cuantificaron 42 compuestos volátiles en el vino elaborado con la variedad Verdejo y 36 en vino de Cigüente, que fueron agrupados en ocho familias aromáticas: alcoholes superiores, alcoholes en C6, ésteres, acetatos, ácidos, fenoles, lactonas y compuestos carbonilados.

La composición total de los vinos (Figura 1), como suma de todos los compuestos volátiles cuantificados, no mostró diferencias significativas entre los tratamientos de riego en ninguna de las variedades de estudio, sin embargo se observó una tendencia al

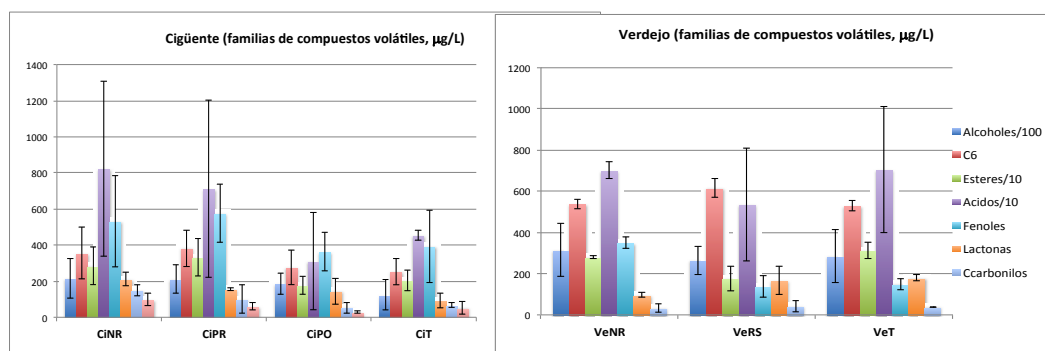
aumento de la concentración global en los tratamientos NR. En los vinos elaborados con la variedad Cigüente el menor valor de composición volátil se encontró en los vinos CiT, sin embargo en la variedad Verdejo este valor fue mínimo para los vinos VeRS.



Cigüente: CiNR (no regado), CiPR (deficit preenvero, regado al 25% hasta envero y después al 75%), CiPO (deficit postenvero, 75% hasta envero y después al 25%) y CiT (riego máximo durante toda la temporada). Verdejo: VeNR (no regado), VeRS (riego al 50% del testigo hasta vendimia) y VeT (testigo, 50% ETo, riego máximo).

Figura 1. Composición volátil total de los vinos elaborados con las variedades Cigüente y Verdejo bajo el efecto de diferentes tratamientos de riego.

La familia de compuestos volátiles mayoritaria en los vinos elaborados con ambas variedades fue la de los alcoholes superiores, seguida de acetatos y ácidos (Figura 2).



Cigüente: CiNR (no regado), CiPR (deficit preenvero, regado al 25% hasta envero y después al 75%), CiPO (deficit postenvero, 75% hasta envero y después al 25%) y CiT (riego máximo durante toda la temporada). Verdejo: VeNR (no regado), VeRS (riego al 50% del testigo hasta vendimia) y VeT (testigo, 50% ETo, riego máximo).

Figura 2. Composición volátil por familias de compuestos en los vinos elaborados con las variedades Cigüente y Verdejo bajo el efecto de diferentes tratamientos de riego.

En el análisis de las diferentes familias de compuestos volátiles por variedad, se hallaron pocas diferencias significativas intertratamientos. En el caso de Cigüente, se observó un efecto significativo del riego sobre las familias de lactonas y compuestos carbonilados, ambas familias representadas por un único compuesto volátil (γ -butirolactona y acetoina respectivamente) (Tabla 2).

Por otra parte, en el caso del vino de Verdejo los tratamientos de riego únicamente tuvieron influencia significativa sobre la familia de fenoles volátiles, representada por dos compuestos (4-vinilgüaiacol y 4-vinilfenol) (Tabla 3). En ambos casos, Verdejo y Cigüente, la mayor concentración de estas familias de compuestos volátiles fue observada

en los tratamientos NR. En general, en el resto de las familias de compuestos volátiles analizadas no se observaron diferencias significativas, aunque se observó una tendencia hacia una mayor concentración en los tratamientos no regados (NI).

Otros autores han observado que el vino elaborado con la variedad tinta Merlot producido a partir de plantas con déficit hídrico mostró un aumento en la concentración de vitispirano, β -damascenona, guaiacol, 4-methylguaiacol, 4-ethylguaiacol y 4-vinylguaiacol frente a vinos producidos a partir de plantas bien regadas. El déficit hídrico no tuvo efecto sobre otros compuestos volátiles como esteroides o terpenos (Qian et al., 2009). Sin embargo Ferreyra et al. (2003) mostraron que el estrés hídrico no afectaba significativamente la calidad del vino elaborado con la variedad blanca Chardonnay.

Se ha aplicado el test de Dunnett para poder establecer diferencias entre el testigo (CiT) y el resto de tratamientos de riego (CiNR, CiPR y CiPO) en la variedad Cigüente (Tabla 2). Como se ha podido observar, en los vinos de Cigüente únicamente el tratamiento de secano (CiNR) produjo una mayor concentración frente al testigo para las familias de compuestos de fenoles volátiles y de lactonas. Los restantes tratamientos no difirieron respecto al testigo.

Tabla 2. Test de Dunnett aplicado a la composición volátil (en mg/L) de los vinos elaborados a partir de diferentes tratamientos de riego en la variedad Cigüente.

Cigüente	Alcoholes	Alcoholes en C6	Ésteres	Acetatos	Ácidos	Fenoles	Lactonas	C. Carbonilos
CiNR	21.77	0.35	2.84	8.24	5.32	0.21	0.15	0.10
DiPR	21.09	0.38	3.33	7.13	5.78	0.15	0.10	0.06
DiPO	18.64	0.28	1.75	3.11	3.64	0.14	0.05	0.03
CiT	12.36	0.25	2.04	4.56	3.93	0.09	0.07	0.05
Análisis de la varianza (valores de p)								
Tratamien	0.530	0.409	0.112	0.278	0.420	0.057	0.045	0.034
Test de Dunnett								
CiNR vs CiT	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns
DiPR vs CiT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DiPO vs CiT	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Test de Dunnett, análisis de las diferencias entre el tratamiento testigo (CiT) y los demás tratamientos (CiNR, DiPR y DiPO) con un intervalo de confianza del 95%; ns: no significativo. Cigüente: CiNR (no regado), CiPR (déficit preverano, regado al 25% hasta enero y después al 75%), CiPO (déficit postverano, 75% hasta enero y después al 25%) y CiT (riego máximo durante toda la temporada).

Por último, también se ha aplicado el test de Dunnett a los vinos elaborados con la variedad Verdejo para poder establecer diferencias entre el testigo (VeT) y el resto de tratamientos de riego (VeNR y VeRS) (Tabla 3). En este caso, solo se encontró efecto significativo del tratamiento VeNR frente al testigo en la familia de fenoles volátiles, mostrando mayores valores cuando las cepas no se regaron (VeNR). Por otra parte se mostró un efecto significativo en la familia de los ésteres cuando se compararon los vinos del tratamiento VeRS y el testigo, mostrando mayores valores los vinos elaborados con los tratamientos testigo (VeT, riego máximo).

Tabla 3. Test de Dunnett aplicado a la composición volátil (en mg/L) de los vinos elaborados a partir de diferentes tratamientos de riego en la variedad Verdejo.

Verdejo	Alcoholes	Alcoholes en C6	Ésteres	Ácidos	Fenoles	Lactonas	C. Carbonilos
VeNR	31.45	0.54	2.80	7.00	0.35	0.10	0.03
VeRS	26.41	0.61	1.77	5.35	0.14	0.17	0.04
VeT	28.43	0.53	3.14	7.06	0.15	0.18	0.04
Análisis de la varianza (valores de p)							
Tratamiento	0.089	0.941	0.092	0.742	0.019	0.566	0.897
Test de Dunnett							
VeNR vs VeT	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
VeRS vs VeT	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns

Test de Dunnett, análisis de las diferencias entre el tratamiento testigo (VeT) y los demás tratamientos (VeNR y VeRS) con un intervalo de confianza del 95%; ns: no significativo. Verdejo: VeNR (no regado), VeRS (riego al 50% del testigo hasta vendimia) y VeT (testigo, riego máximo).

CONCLUSIONES

En este estudio los diferentes tratamientos de riego aplicados a las variedades Cigüente y Verdejo no mostraron una gran influencia en la composición volátil de los vinos elaborados. El vino elaborado con la variedad Cigüente fue afectado únicamente en las familias de lactonas y compuestos carbonilados. En el caso del vino de Verdejo, los tratamientos de riego únicamente tuvieron influencia significativa sobre la familia de fenoles volátiles. En ambos vinos, Verdejo y Cigüente, la mayor concentración de estas familias de compuestos volátiles fue observada en los tratamientos no regados (NR). En general, el resto de las familias de compuestos volátiles analizadas no difirieron significativamente del testigo aunque se observó una tendencia hacia una mayor concentración en los tratamientos no regados (NR).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el proyecto INIA RTA2011-00100-C05.

Referencias

- Bradford, K.J., Hsiao, T.C. (1982). Physiological response to moderate water stress. 747 p. *In* O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, and H. Ziegler (eds.). *Physiological Plant Ecology II*. Springer -Verlag, Berlin, Germany.
- Dry, P.R., Loveys, B.R., McCarthy, M.G., Stoll M. (2001). Strategic irrigation management in Australian vineyards. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 35, 129-139.
- Ferreira, R., Sellés, G., Ruiz, R., Sellés, I. (2003). Efecto del estrés hídrico aplicado en distintos periodos de desarrollo de la vid cv. Chardonnay en la producción y la calidad del vino. *Agricultura Técnica*, 63(3), 277-286.
- Jackson, D., Lombard, P. (1993). Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.*, 44, 409-430.
- Qian, M.C., Fang, Y., Shellie, K. (2009). Volatile composition of Merlot wine from different vine water status. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 57, 7459-63.
- Reynolds, A., Naylor, A. (1994). Pinot noir and Riesling grapevines respond to water stress duration and soil water-holding capacity. *HortScience*, 29, 1505-1510.
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., Oliveira, J.M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wine. *Microchemical J.*, 95, 240-246.